

Gamificação: Framework Concetual para Cursos Online de Aprendizagem da Programação

Gamification: Conceptual Framework to Online Courses of Learning Computer Programming

Martinha Piteira

Instituto Politécnico de Setúbal, IPS, Setúbal
Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL) ISTAR-IUL
Portugal
martinha.piteira@estsetubal.ips.pt

Carlos J. Costa

Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL) ISTAR-IUL
Lisboa, Portugal
carlos.costa@iscte.pt

Resumo — A gamificação tem atraído a atenção de investigadores das mais diversas áreas, como marketing, saúde, desporto e educação. A gamificação integra elementos de desenho de jogos em contexto de não jogo com a finalidade de envolver o indivíduo numa determinada atividade. Essa integração deverá seguir um processo de desenho formal e claro. Contudo, esses processos de desenho da gamificação para contextos específicos não estão ainda definidos. Nesse sentido, este artigo apresenta uma proposta de framework de gamificação para cursos *online* à distância, de aprendizagem da programação. Esta framework é composta pelas dimensões: público-alvo, objetivos gerais, resultados da aprendizagem, tópicos, conteúdos, gamificação, absorção cognitiva, fluxo e personalidade. O artigo apresenta ainda uma revisão da literatura existente sobre estas dimensões. A framework teórica é uma contribuição para guiar os professores na gamificação dos cursos *online* de aprendizagem de programação.

Palavras Chave - gamificação; educação; programação, framework de gamificação

Abstract — Gamification has attracted the attention of researchers from different areas such as marketing, health, sports and education. Gamification integrates elements of game design in non-game context, with the purpose of engaging a person in a certain activity. This integration should follow a formal and clear design process. However, these gamification design processes for specific contexts aren't still defined. This article presents a proposal for a gamification framework for online distance courses to learn how to program. This framework is composed by the following dimensions: target audience, general goals, learning outcomes, topics, contents, gamification, cognitive absorption, flow, and personality. This article also presents a review of the existing literature on these dimensions. The theoretical framework is a contribution to guide teachers in the gamification of online programming learning courses.

Keywords - gamification; education; learning; programming, gamification framework

I. INTRODUÇÃO

A programação é uma das competências base para os alunos das áreas tecnológicas relacionadas com a informática. A compreensão dos conceitos base é um pilar fundamental para a evolução na aprendizagem. Contudo, variados problemas têm sido identificados na aprendizagem desta temática e propostas estratégias para a resolução desses problemas. No entanto continua a ser necessário estudar e explorar os variados problemas relacionados com a aprendizagem da programação [1]. A área da informática está em contínua evolução e as abordagens ao ensino/aprendizagem da programação devem acompanhar essa evolução. Consequentemente, é necessário identificar e estudar novas abordagens pedagógicas que centrem o aluno na aprendizagem e contribuam para melhorar a perceção da dificuldade, e que possam assim, resultar no envolvimento do aluno na aprendizagem. Variados autores têm investigado e proposto novas abordagens centradas na utilização das tecnologias, nomeadamente ferramentas de visualização gráfica, robótica educacional e as recentes soluções baseadas na gamificação [2], [3], [4], [5].

A gamificação na educação tem recebido nos últimos anos uma enorme atenção, tanto de investigadores como educadores. No entanto, devido à sua recente utilização na educação, o conhecimento sobre o efeito da gamificação no envolvimento e desempenho dos alunos ainda é escasso [6], e na literatura diversos autores sugerem a realização de mais trabalhos de investigação, que integrem por exemplo, um ou dois elementos de gamificação e avaliar em que medida esses elementos influenciam o desempenho [6], [12], [31]. Dicheva e colegas [6] concluíram no seu estudo sistemático que as maiorias dos estudos realizados centram-se na avaliação de ferramentas desenhadas e desenvolvidas com elementos de gamificação integrados. Referem também Dicheva e colegas [6], que poucos são os estudos que explorem a integração dos elementos de gamificação em plataformas *online* de aprendizagem, designadas por *Learning Management Systems*, utilizadas regularmente como suporte no processo de ensino-aprendizagem.

Tendo em conta a importância que estas plataformas representam atualmente no processo de ensino-aprendizagem e identificada a necessidade de acrescentar conhecimento nesta área em particular, propomos neste artigo uma framework concetual gamificada para cursos *online* de aprendizagem de programação.

Este artigo está estruturado em cinco secções: A primeira apresenta os objetivos e a abordagem metodológica seguida; a segunda apresenta a revisão da literatura relacionada com abordagens no ensino da programação, gamificação na educação e gamificação na programação. Na quarta secção é apresentada e detalhada a proposta concetual da framework gamificada para cursos *online* a distância de aprendizagem da programação. Finalizamos com as conclusões e a descrição dos trabalhos futuros.

II. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para a realização deste trabalho de investigação foram definidos como objetivos a identificação dos elementos / características de gamificação que são utilizados em contexto educacional. Consequentemente foram definidas duas questões de partida para este estudo: 1) **Quais os elementos / características de gamificação que são utilizados em contexto educacional? E, quais os que são utilizados especificamente na aprendizagem da programação online?**

Com base nestas questões de partida, traçamos como objetivo específico a proposta de uma solução concetual gamificada para cursos *online* de aprendizagem de programação.

De modo a responder aos objetivos de investigação estabelecemos os seguintes procedimentos: **i)** identificação dos princípios de desenho e mecânicas de jogo na literatura, **ii)** desenho concetual de um curso a distância que implementa os princípios e as mecânicas revista na literatura; **iii)** implementação de um curso a distância de aprendizagem da programação numa plataforma de *Learning Management Systems*, **iv)** identificação das dimensões e itens; **v)** desenvolvimento de instrumentos de recolha de dados; **vi)** lançamento do questionário a amostra de alunos e respetiva análise; **vii)** recolha, tratamento e análise dos resultados; **viii)** análise de logs.

No âmbito deste artigo, não serão discutidos os procedimentos relativos à implementação da framework, aos instrumentos de recolha, tratamento e análise de dados.

III. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O ensino/aprendizagem da informática, especialmente a aprendizagem da programação é uma das áreas, que pela suas características requer pensamento abstracto, competências em resolução de problemas, entre outros e que representa um constante desafio aos educadores, no sentido de identificar estratégias educacionais que ajudem a centrar o aluno na aprendizagem e consequentemente contribuam para mitigar os problemas de retenção e de desistência dos alunos nestas disciplinas. Nesse sentido, variados autores têm estudado esta temática e proposto soluções com o objetivo de contribuir para o envolvimento e obtenção de melhores resultados na aprendizagem da programação. Jype, Ville e Uuhistle são

exemplos de soluções [2], [7] e [3]. Também soluções que exploram a tangibilidade com recurso a robots são objeto de estudo [4]. Recentemente, a gamificação tem sido adotada em contexto educativo e em particular na aprendizagem da programação [5].

A gamificação é o processo de incorporar elementos de jogo em contexto de não jogo [8]. Os elementos de jogo caracterizam-se pela utilização de pontos, medalhas, níveis, barras de progresso, quadro de honra, moeda virtual, avatares, entre outros, e as implementações comuns de gamificação aplicam estes elementos no ambiente educacional [8]. A aplicação da gamificação no contexto educacional pode contribuir para aumentar a motivação dos alunos na aprendizagem. A gamificação tem o potencial de aumentar o envolvimento do aluno na aprendizagem, enquanto fornece retorno dessa aprendizagem [12]. Por conseguinte, parece existir um bom ajuste entre a gamificação e a programação. Um dos princípios de desenho da gamificação é “*provide feedback so that players can achieve a sense of mastery*” [9]. Concluir uma atividade e aprender através do erro, são na maioria representados na gamificação na forma de realizações, medalhas, quadro de honra, alcançar o nível máximo entre outros [9]. A gamificação oferece ciclos curtos de retorno e permite aos alunos avaliar as suas competências e capacidades, e criar um ambiente onde o esforço de aprendizagem é recompensado. Os alunos em alternativa podem ver o falhar como uma oportunidade de aprendizagem, sendo particularmente útil para os alunos que tendem a desistir com facilidade quando os resultados não são os esperados. O conceito em si de gamificação não é novo, medalhas e rankings têm sido largamente utilizados em contextos militares e outros à largos anos [10]. Contudo o que torna atualmente a gamificação emergente é a conjugação de um conjunto de factores, como por exemplo tecnologia mais barata, obtenção / análise de dados pessoais, o sucesso iminente e a prevalência de características de jogo [8]. Na literatura identificamos diversos estudos que abordam a utilização da gamificação, contudo os seus efeitos ainda permanecem incipientes [5],[6],[9],[26], [32], [33], [36], [38].

Diversos autores têm investigado a utilização da gamificação na educação descrevendo apenas a utilização de algumas mecânicas e dinâmicas e reiterando a sua possível utilização em contexto educacional, contudo uma pesquisa empírica mais aprofundada sobre a efetividade da incorporação dos elementos de gamificação em ambientes de aprendizagem continuam escassos [6], no entanto a maioria dos autores partilha da opinião que a gamificação tem potencial para melhorar a aprendizagem, se bem desenhada e usada corretamente. Consequentemente, mais investigação empírica é necessária para investigar, em particular, os efeitos dos elementos num contexto educacional específico [6]. Muitos desses trabalhos centram a sua investigação em ferramentas e protótipos que desenvolveram, sendo necessário uma investigação que explore a utilização desses elementos nas atividades de aprendizagem regulares e principalmente nas atividades *online* suportadas por plataformas de aprendizagem. A introdução destas plataformas nos anos recentes permitiu uma inovação nas metodologias de aprendizagem suportadas na tecnologia. As escolas podem tirar vantagens destas

tecnologias para tornar a aprendizagem mais acessível e mais efetiva. Contudo existem poucos estudos que exploram a integração de mecânicas e dinâmicas de jogo nessas plataformas e qual o impacto no aluno [6].

IV. PROPOSTA DE FRAMEWORK CONCEITUAL

Na framework proposta, apresentamos as principais dimensões adaptadas à introdução da gamificação em cursos a distância e *online* de aprendizagem de programação, cf. Figura 1 e Figura 2. A framework é uma generalização teórica [11], [23] resultante da revisão da literatura em aprendizagem da programação e gamificação na educação. A framework teórica proposta incorpora as dimensões revistas na literatura. As dimensões são: a) público-alvo; b) objetivos gerais; objetivos específicos e tópicos; c) conteúdos; d) princípios de desenho educacional; e) mecânicas de jogo; f) absorção cognitiva; g) fluxo (*flow*); e h) personalidade.

Público-Alvo. A caracterização do público-alvo serve de suporte para a definição dos objetivos gerais, resultados esperados e os tópicos que compõem um curso [13].

Objetivos gerais, resultados esperados e tópicos. É comumente aceite quando da estruturação de um curso que se identifique previamente os objetivos gerais, os resultados esperados e os tópicos que serão lecionados de modo a dar suporte aos objetivos gerais e resultados esperados. Algumas teorias da educação suportam esta aceitação. Uma dessas teorias é a teoria de Bloom [29]. Bloom definiu uma Taxonomia designada de Domínio Cognitivo que é estruturada em níveis de complexidade crescente. Essa complexidade crescente traduz-se que o aluno apenas deve adquirir uma nova competência depois de adquirir e dominar a competência que a antecede. Nesse sentido, a taxonomia apresenta um esquema para classificação e uma organização hierárquica dos processos cognitivos de acordo com níveis de complexidade e objetivos do desenvolvimento cognitivo desejado e planejado. Os processos categorizados pela Taxonomia dos Objetivos Cognitivos de Bloom, além de representarem os resultados de aprendizagem esperados, são cumulativos, o que caracteriza uma relação de dependência entre os níveis e são organizados em termos de complexidades dos processos mentais. Tendo por base a teoria de Bloom e suportados no *Computer Science Curricula da ACM* publicado em 2013, consideramos estas dimensões na framework [24].

Conteúdos. Numa plataforma *online* de aprendizagem são diversas as tecnologias que suportam as estratégias educacionais. Oliver e Herrington [25] construíram uma framework composta por elementos tecnológicos agrupados em três áreas da aprendizagem: recursos, suportes e atividades. Com base nessa framework Aparício e colegas [22], resumiram a relação entre as estratégias educacionais e tecnologias, e descreveram na sua framework de sistemas de aprendizagem *online* e à distância as tecnologias que num ambiente *online* e a distância suportam as variadas estratégias educacionais.

Dicheva, e colegas [6] definiram uma framework de dois níveis para classificarem os diversos trabalhos de investigação relacionados com gamificação na educação. Essa framework resultou da agregação da classificação de quatro níveis

propostos por Deterding's. Os níveis propostos por Dicheva são: princípios de desenho educacional gamificado e mecânicas de jogo. Na proposta de framework estas duas classificações adaptam-se ao que pretendemos, tendo em consideração o nosso objetivo de desenvolver um curso *online* e aplicar ao curso um conjunto de elementos de jogos. Nesse sentido adotamos na nossa framework a classificação dos autores que descrevemos seguidamente.

Princípios de desenho educacional gamificado. Após a identificação do público-alvo, objetivos gerais e resultados esperados, será necessário desenhar toda a estrutura do curso e planejar de que forma o aluno interage com o curso através dos diversos conteúdos. Esta dimensão integra um conjunto de princípios que são utilizados no domínio da educação, e não são específicos do desenho de jogos, e muitos destes princípios têm sido utilizados em sistemas instrucionais desde que eles existem [6]. Estes princípios de desenho são aplicados nos diferentes tópicos do curso e da sua aplicação aos diversos conteúdos dos tópicos determinará o modo de interação do aluno com as diversas componentes do curso, alinhados com os

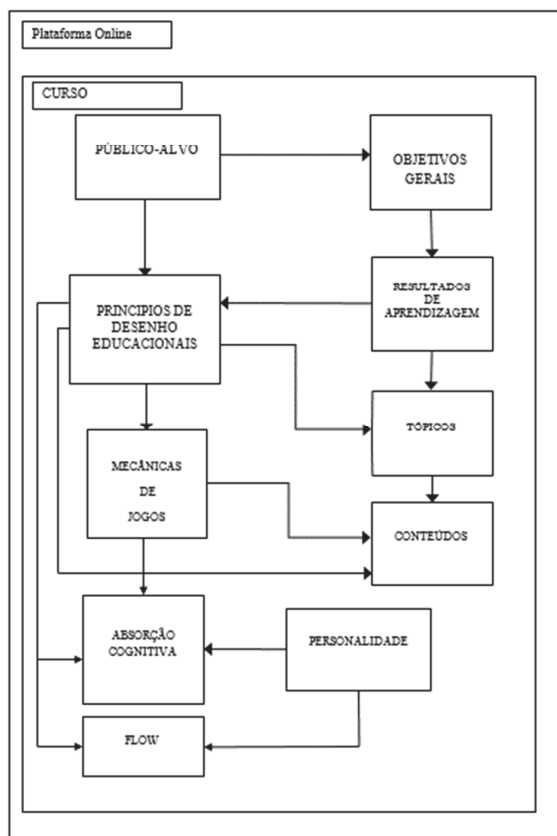


Figura 1 - Framework Teórica Gamificada

resultados esperados. Estes princípios de desenho educacional encontram-se descritos na tabela 1.

Mecânicas de Jogo. Agregam duas componentes revistas na literatura, mecânicas e dinâmicas de desenho de jogos. As mecânicas são os elementos de jogo que podem ser

incorporados no desenho do curso. As dinâmicas são planeadas e configuradas tendo por base a interação que se pretenda que o aluno tenha com os diversos conteúdos e atividades, dependentes ou não do seu percurso ao longo do curso. Medalhas, Pontos, Níveis, Avatares, Moeda Virtual, Quadros de Honra, são elementos que podem ser utilizados como mecânicas de jogo em contexto educativo [6], [8], [14], [27] e [32] e particularmente na aprendizagem da programação. As **medalhas** são elementos simbólicos que são atribuídos aos alunos por completar ou obter uma determinada competência, um conhecimento e que pode ser visualizada pelos restantes alunos, mostrando assim o seu domínio ou conhecimento. Os **pontos** podem ser obtidos com a realização de uma variedade de tarefas e atividades tais como: *quizzes*, visualização de conteúdos, submissão de trabalhos, colocar *posts* nos fóruns, entre outras atividades *online*. Os **quadros de honra** são mecânicas associadas aos pontos e que agrupam os pontos gerando assim uma classificação dos alunos que mais pontos conseguiram no total. Os avatares nos jogos de computador e em ambientes virtuais representam o utilizador no mundo virtual. A utilização de um avatar e a sua customização permite um nível emocional entre o jogo e o jogador. Em contexto educativo a utilização de avatares pode aumentar a presença social e estabelecer conexões fortes entre o grupo e contribuir para uma maior imersão no curso. Os **níveis** permitem dividir um jogo em pequenas partes, separar, peças atingíveis e continuar para o próximo nível. Num contexto educativo e

online os níveis permitem uma progressão e sequenciação através de conteúdos e atividades.

Absorção cognitiva: A gamificação na educação é aceite como forma de absorver e envolver o aluno na aprendizagem [14]. Os princípios de desenho educacional conjugados com as mecânicas de jogo contribuem para criar esse ambiente de absorção e envolvimento. Dessa forma a absorção cognitiva será influenciada pela integração desses elementos. De acordo com Agarwal e colegas [15] a **absorção cognitiva** é um estado de profundo envolvimento com o *software* e que é exibido através das dimensões: **a) dissociação temporal** (ou a inabilidade de registar a passagem do tempo enquanto se está envolvido na interação); **b) focado e imerso** (experiência de total envolvimento onde outras atenções são na sua essência ignoradas); **c) prazer intensificado** (captura os aspetos agradáveis da interação); **d) controle** (captura a perceção do utilizador de estar a controlar a interação); **e) curiosidade** (a experiência desperta a curiosidade sensorial e cognitiva do individuo). Estas variáveis são representativas na forma como o aluno fica profundamente envolvido numa tarefa até ficar num estado de alienação relativamente ao ambiente que o rodeia. De modo a avaliar esse estado será aplicado um constructo tendo por base estas cinco dimensões.

Tabela 1 - Princípios de Desenho Educacionais (Adaptado de Dicheva e Colegas, [6])

Princípios de Desenho	Descrição	Autores
Progresso	Permite ao aluno visualizar a progressão no curso	[14]
Retorno	Retorno imediato após submissão das avaliações	[14];[10]; [16]
Envolvimento Social	Inclui a cooperação e interação entre pares	[27]; [28]
Estado visível	Reputação, credibilidade social e reconhecimento dos resultados obtidos. Pressupõe que os resultados obtidos são visíveis a todos	[16]; [17]
Acesso bloqueado	Pressupõe que o conteúdo e atividades estão dependentes da realização e desempenho das anteriores	[26]
Liberdade para falhar	Pressupõe baixo risco na submissões de avaliação. São permitidas múltiplas tentativas	[16]; [26]; [17]
Restrição no tempo das submissões	Pressupõe que a submissão da avaliação, e.g. um quiz tem definido um tempo limite para ser submetido	[10]
Objetivos / Desafios	Definição de objetivos específicos, claros, de dificuldade moderada e imediatos	[16]; [10]
Customização	Definição de experiências personalizadas, dificuldade adaptada, desafios que são perfeitamente alcançáveis, aumentar a dificuldade à medida que as competências do aluno expandir	[16]; [14]; [10]
Narrativa	Pressupõe a apresentação do conteúdo programático e a definição das atividades enquadradas numa história que se desenrola ao longo do curso.	[10]
Liberdade de escolha	Inclui a possibilidade dos alunos escolher: que tipo de desafios querem completar, e.g. contribuírem para um blog, completarem um quiz, criarem um video educacional.	[16]; [17]; [26]
Surpresas, Prémios	Pressupõe a utilização de elementos surpresa e prémios.	[18]

Personalidade: Os traços de personalidade de um individuo podem determinar as suas decisões e ações. Num contexto educativo os traços de personalidade têm um impacte na aprendizagem [19]. Esta teoria estuda a personalidade e mede o grau que determinados traços influenciam o comportamento do individuo em determinadas situações. Os Traços de

Personalidade são agrupados em cinco dimensões: i) *extraversion*; ii) *agreeableness*; iii) *conscientiousness*; iv) *emotional stable*; v) *openness to new experiences*. Nesse sentido a framework proposta integra essa dimensão, e tendo por base o trabalho realizado por Gosling e colegas [20], integramos esta dimensão através da qual pretendemos avaliar

a personalidade do aluno e o modo como esses traços influenciam o envolvimento e a absorção cognitiva.

Fluxo: O fluxo (*Flow*) foi inicialmente estudado por Csikszentmihalyi [21] e prendia-se com uma questão simples: porque é que as pessoas ficavam tão comprometidas com as atividades sem terem incentivos externos. Csikszentmihalyi concluiu da análise de diversos estudos que todos partilhavam um aspeto em comum, que ele designou por “*flow state*” ou “*flow experience*”. O *flow* pode ser caracterizado pelas componentes: 1) um balanço entre a perceção de uma das competências e a perceção da dificuldade da atividade. Nesse estado de balanço o utilizador sentem-se desafiado e confiante de que tudo se encontra sobre controlo. 2) A atividade é coerente, não contém aspetos contraditórios e fornece um retorno não ambíguo e claro. 3) A atividade parece ser guiada por alguma lógica. 4) Um alto grau de concentração na atividade devido à atenção focada num campo limitado de estímulo. Nesse sentido, o estado de fluxo tem um aspeto

funcional forte, na experiência que o indivíduo experiencia altamente concentrado e com um desafio aceitável enquanto mantêm o controlo [30]. Assim, um dos aspetos a considerar nesta investigação com a incorporação desta dimensão é identificar o estado de fluxo (*flow*) experienciado num curso *online* de aprendizagem da programação gamificado.

A aprendizagem da programação é percecionada pelos alunos como tendo um elevado grau de dificuldade. E, muitos alunos considerando-a uma matéria difícil desistem na primeira dificuldade sentida. Tendo em conta esta problemática, os autores Piteira e Costa [34], [35], [37] conduziram diversos estudos que tiveram como objetivo identificar as dificuldades percecionadas pelos alunos nos variados conceitos fundamentais de programação. Tendo por base esse estudo, integrámos na framework a dimensão dificuldade percecionada. Pretendemos assim, que em função da dificuldade percecionada para determinado tópico, sejam consideradas estratégias educacionais gamificadas, que aumentem o envolvimento do aluno na aprendizagem.

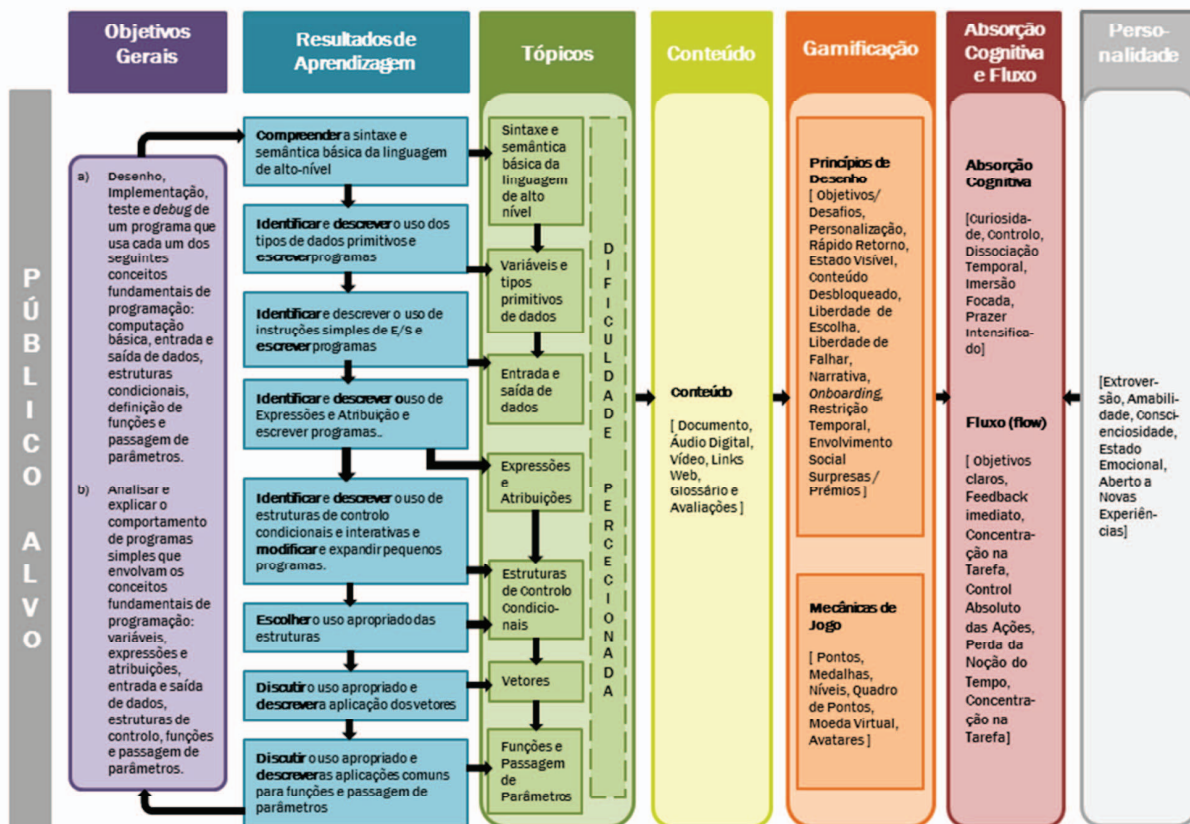


Figura 2 – Framework teórica gamificada estendida

V. CONCLUSÕES

Neste estudo, construímos uma framework teórica para cursos *online* a distância gamificados de aprendizagem de conceitos fundamentais de programação.

Realizamos uma revisão da literatura, sintetizamos os resultados obtidos a partir da literatura e apresentamos um sumário desses resultados no presente artigo, concretizando a revisão desses resultados na framework teórica.

A framework teórica foi construída suportada pelos seguintes pilares: curso (público-alvo, objetivos gerais, resultados esperados, tópicos e conteúdos); gamificação; absorção cognitiva e fluxo; e, personalidade. Guiados por estes pilares revimos e identificamos os elementos que compõem cada um desses pilares e como se interligam entre si.

A framework fornece uma estrutura teórica para múltiplos cursos *online* suportados por uma plataforma de aprendizagem.

Atualmente a implementação da framework já se encontra concretizada numa plataforma *online* de aprendizagem a distancia, nomeadamente a plataforma *moodle*.

Como trabalho futuro, pretendemos propor um modelo para avaliação do sucesso da aplicação da gamificação estruturada num curso *online* e a distância de aprendizagem dos conceitos fundamentais de programação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] M. Rahmat, S. Shahrani, R. Latih, N. Yatim, N. Zainal, and R. Rahman, "Major Problems in Basic Programming that Influence Student Performance," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 59, pp. 287–296, Oct. 2012.
- [2] J. Helminen, "An Education-Oriented Integrated Program Visualization, Visual Debugging, and Programming Exercise Tool for Python.," Helsinki University of Technology, 2009.
- [3] J. Sorva and T. Sirkiä, "UUhistle: A Software Tool for Visual Program Simulation", in *Proceedings of the 10th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, New York, NY, USA, 2010, pp. 49–54.
- [4] M. McGill, 'Learning to Program with Personal Robots: Influences on Student Motivation', *Trans. Comput. Educ.*, vol. 12, no. 1, p. 4:1–4:32, Mar. 2012.
- [5] M. Ibáñez, Á. Di-Serio, and C. Delgado-Kloos, "Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 7, no. 3, pp. 291–301, Jul. 2014. Dicheva, D., Dichev, C., Agre G. and Angelova, G. (2015). Gamification in , Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society (IFETS)*. 18 (3), 2015.
- [6] D. Dicheva, C. Dichev, G. Agre, and G. Angelova, 'Gamification in Education: A Systematic Mapping Study', *Educational Technology & Society*, pp. 75–88, 2015.
- [7] T. Rajala, M.-J. Laakso, E. Kaila, and T. Salakoski, 'VILLE: A Language-independent Program Visualization Tool', in *Proceedings of the Seventh Baltic Sea Conference on Computing Education Research - Volume 88*, Darlinghurst, Australia, Australia, 2007, pp. 151–159.
- [8] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, "From Game Design Elements to Gamefulness: Defining 'Gamification,'" in *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, New York, NY, USA, 2011, pp. 9–15.
- [9] C. Richards, C. Thompson, and N. Graham, 'Beyond Designing for Motivation: The Importance of Context in Gamification', in *Proceedings of the First ACM SIGCHI Annual Symposium on Computer-human Interaction in Play*, New York, NY, USA, 2014, pp. 217–226.
- [10] K. Kapp, *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer, 2012.
- [11] J. Carrol and P. Swatman, 'A Methodological framework for building theory in information systems research', *European Journal of Information Systems*, pp. 235–242, 2000.
- [12] K. Seaborn and D. Fels, "Gamification in theory and action: A survey," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 74, pp. 14–31, Feb. 2015.
- [13] N. Lederman and S. Abell, *Handbook of Research on Science Education*. Taylor & Francis, 2014.
- [14] G. Zichermann and C. Cunningham, *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*, 1st ed. O'Reilly Media, Inc., 2011.
- [15] R. Agarwal and E. Karahanna, 'Time Flies When You're Having Fun: Cognitive Absorption and Beliefs about Information Technology Usage', *MIS Quarterly*, vol. 24, no. 4, pp. 665–694, 2000.
- [16] J. Lee and J. Hammer, 'Gamification in Education: What, How, Why Bother?', *Academic Exchange Quarterly*, vol. 15, no. 2, p. 2, 2011.
- [17] S. Deterding, "Gameful Design for Learning," 2013. [Online]. Available: <https://www.td.org/Publications/Magazines/TD/TD-Archive/2013/07/Gameful-Design-for-Learning>.
- [18] R. Pettit, L. McCoy, M. Kinney, and F. Schwartz, "Student perceptions of gamified audience response system interactions in large group lectures and via lecture capture technology," *BMC Med Educ*, vol. 15, May 2015.
- [19] B. De Raad, 'Personality traits in learning and education', *Eur. J. Pers.*, vol. 10, no. 3, pp. 185–200, Sep. 1996.
- [20] S. Gosling, P. Rentfrow, and W. Swann Jr., 'A very brief measure of the Big-Five personality domains', *Journal of Research in Personality*, vol. 37, no. 6, pp. 504–528, Dec. 2003.
- [21] M. Csikszentmihalyi, *Beyond Boredom and Anxiety*. Jossey-Bass Publishers, 1975.
- [22] M. Aparicio, F. Bacao, e T. Oliveira, "An e-Learning Theoretical Framework", *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 19, n. 1, pp. 292–307, 2016.
- [23] A. Lee and R. Baskerville, "Generalizing Generalizability in Information Systems Research," *Info. Sys. Research*, vol. 14, no. 3, pp. 221–243, Sep. 2003.
- [24] Association for Computing Machinery (ACM) and IEEE Computer Society, "Computer Science Curricula 2013," de December-2013.
- [25] R. Oliver and J. Herrington, "Exploring Technology-Mediated Learning from a Pedagogical Perspective," *Interactive Learning Environments*, vol. 11, no. 2, pp. 111–126, Aug. 2003.
- [26] A. Iosup and D. Epema, "An Experience Report on Using Gamification in Technical Higher Education," in *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, New York, NY, USA, 2014, pp. 27–32.
- [27] G. David, C. Joseph, and F. Anthony, "Gamification in a Social Learning Environment," *Issues in Informing Science and Information Technology*, vol. 10, 2013.
- [28] R. Landers and R. Callan, "Casual Social Games as Serious Games: The Psychology of Gamification in Undergraduate Education and Employee Training," in *Serious Games and Edutainment Applications*, M. Ma, A. Oikonomou, and L. C. Jain, Eds. Springer London, 2011, pp. 399–423.
- [29] B. Bloom; M. Engelhart; E. Furst; W. Hill; D. Krathwohl. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. New York: David McKay Company, 1956.
- [30] S. Engeser and F. Rheinberg, "Flow, performance and moderators of challenge-skill balance," *Motiv Emot*, vol. 32, no. 3, pp. 158–172, Sep. 2008.
- [31] B. Jonathan, *Gamification for Human Factors Integration: Social, Education, and Psychological Issues: Social, Education, and Psychological Issues*. IGI Global, 2014.

- [32] P. Denny, The effect of virtual achievements on student engagement. Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2013, pp. 763-772.
- [33] L. de-Marcos, A. Dominguez, J. Saenz-de-Navarrete, C. Pagés. An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. Computers & Education, 2014, Volume 75, pp.82-91.
- [34] M. Piteira e C. J. Costa, “Aprendizagem da Programação: Problemas e Soluções”, apresentado na Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, Santarém, 2014.
- [35] M. Piteira and C. Costa, “Computer Programming and Novice Programmers,” in *Proceedings of the Workshop on Information Systems and Design of Communication* (ISDOC '12). ACM, New York, NY, USA, 51-53.
- [36] L. F. Rodrigues, C. J. Costa, e A. Oliveira, “Gamification: A framework for designing software in e-banking”, *Computers in Human Behavior*, vol. 62, pp. 620–634, Set. 2016.
- [37] M. Piteira and C. Costa, “Learning Computer Programming: Study of Difficulties in Learning Programming,” in *Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication* (ISDOC '13). ACM, New York, NY, USA, 75-80.
- [38] L. F. Rodrigues, C. J. Costa, and A. Oliveira, “The Adoption of Gamification in e-Banking,” in *Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication* (ISDOC '13). ACM, New York, NY, USA, 47-55.